



Verantwortung für den Klimawandel wird heruntergespielt und eine ambitionierte Klimapolitik unterminiert

Wie überraschend kam es zur anthro

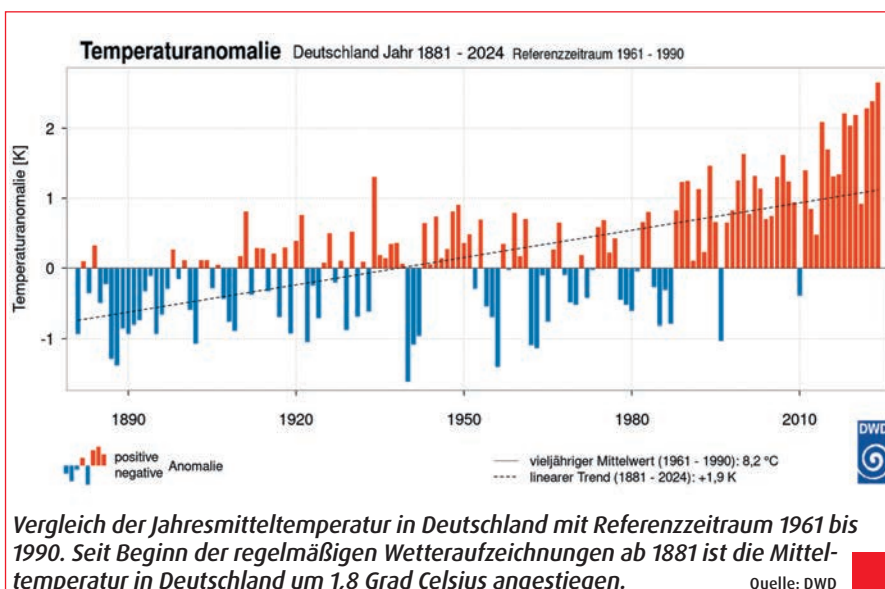
Die Schlagzeile „Die Wälder sind keine CO₂-Senke (Kohlendioxid-Senke) mehr“ (Thünen-Institut, 2024) ging im Herbst 2024 durch die Medien und ist für einen Meteorologen, der sich seit mehr als 45 Jahren mit Wetter und Klima beschäftigt, eine weitere Folge des anthropogenen (durch den Menschen verursachten) Klimawandels.

Dazu gehören auch die zahlreichen Unwettermeldungen im vergangenen Jahr, wie die extremen Hochwasser in Süddeutschland, in Österreich und umgebenden Ländern, Südfrankreich, der Emilia-Romagna und der Region Valencia mit mehr als 200 Toten, Meldungen über extreme Hurrikans über Florida oder den Hurrikan KIRK, der sich als außertropisches Tief auf den Weg nach Europa gemacht hat. Heftige Unwetter gab es immer und wurden oft als Jahrhundertunwetter bezeichnet, wie das Magdalenenhochwasser (Juli 1342), nur dass in letzter Zeit die Jahrhundertunwetter immer häufiger und extremer auftreten. Nur was

steckt dahinter? Dazu muss zunächst der Unterschied zwischen Wetter und Klima geklärt werden.

Als Wetter wird der physikalische Zustand der Atmosphäre zu einem bestimmten Zeitpunkt oder in einem auch kürzeren Zeitraum an einem bestimmten Ort oder in einem Gebiet bezeichnet, wie er durch die meteorologischen Elemente und ihr Zusammenwirken gekennzeichnet ist (Deutscher Wetterdienst, [DWD-Wetter- und Klimalexikon]). Wetterdaten werden in der Regel stündlich erfasst und im weltweiten GTS-Netz (Global Telecommunication System) ausgetauscht, sodass diese kurze Zeit nach den Messungen und

Beobachtungen allen nationalen Wetterdiensten zur Verfügung stehen. Diese Daten sind Basis für Wettermeldungen, Warnungen und für Wettervorhersagen. Der Begriff Klima geht zurück auf das griechische Wort κλίμα = Neigung, nämlich die Neigung der Erdoberfläche gegen die Ebene ihrer Umlaufbahn um die Sonne. Das Klima ist definiert als die Zusammenfassung der Wettererscheinungen, die den mittleren Zustand der Atmosphäre an einem bestimmten Ort oder in einem mehr oder weniger großen Gebiet charakterisieren. Es wird repräsentiert durch die statistischen Gesamteigenschaften (Mittelwerte, Extremwerte, Häufigkeiten, Andauerwerte und andere) über einen genügend langen Zeitraum (meist 30 Jahre). Als Referenz wird vielfach der Zeitraum 1961 bis 1990 verwendet. Aktuelle Werte, zum Beispiel die Monatsmitteltemperatur eines Ortes, werden mit diesem Klimawert verglichen, um die Abweichungen vom vieljährigen Klimawert darzustellen.



Klimawandel in der Wissenschaft

Bereits der deutsche Forschungsreisende Alexander von Humboldt (1769 bis 1859) machte sich dazu Gedanken. Im Jahr 1843 schrieb er, der Mensch verändere das Klima „durch Fällen der Wälder, durch Veränderung in der Verteilung der Gewässer und durch die Entwicklung großer Dampf- und Gasmassen an den Mittelpunkten der Industrie“ (Humboldt 1850). Alexander von Humboldt kannte allerdings die wissenschaftlichen Zusammenhänge für den Klimawandel noch nicht.

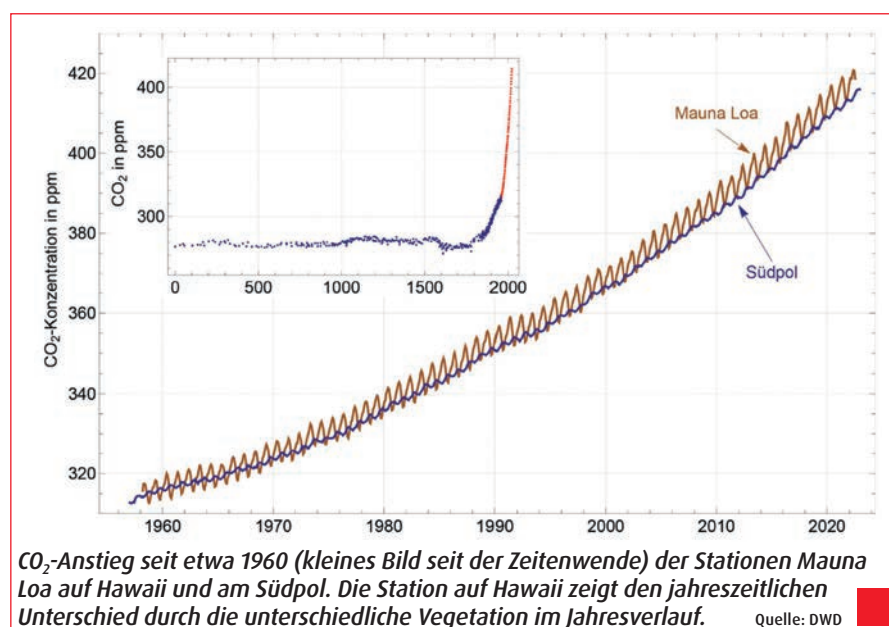
Der Schwede Svante August Arrhenius (1859 bis 1927), Nobelpreis für Chemie 1905, stellte 1896 eine Theorie zum Treib-

pogenen Klimakrise?

hauseffekt vor: „Kohlendioxid könnte die infraroten Wärmestrahlen des von der Erde abgestrahlten Lichts absorbieren, und durch viel Kohlendioxid (CO₂) könnte sich das Erdklima aufheizen. Insbesondere durch Verbrennung fossiler Energieträger wie Kohle, Öl und Gas könnte sich der Kohlendioxidgehalt der Atmosphäre erhöhen, sodass es zu einem Temperaturanstieg kommen könne.“

Seit den 1980er-Jahren forscht der deutsche Physiker Klaus Ferdinand Hasselmann (*1941), Nobelpreis für Physik 2022, intensiv auf dem Gebiet der physikalischen Modellierung der Atmosphäre und dem Einfluss der klimarelevanten Gase auf unser Klima. Im Jahr 1988 schrieb er: „In 30 bis 100 Jahren, je nachdem, wie viel fossiles Brennmaterial wir verbrauchen, wird auf uns eine ganz erhebliche Klimaänderung zukommen. Klimazonen werden sich verschieben, Niederschläge anders verteilen [...]. Man sollte sich bewusst werden, dass wir in eine Situation hineinkommen, wo es keine Umkehr mehr gibt [...]“.

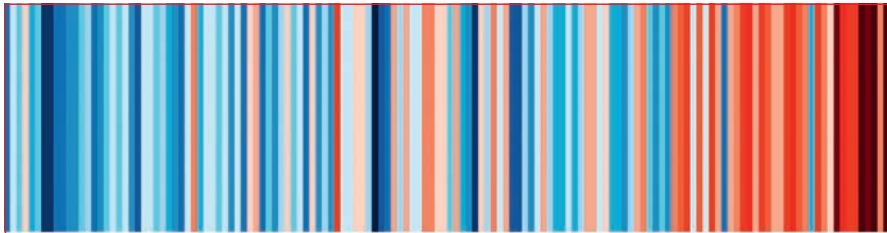
Seit mehr als 125 Jahren ist in der Wissenschaft bekannt, dass ein CO₂-Anstieg in der Atmosphäre Einfluss auf unser Klima haben wird, mit entsprechenden Folgen. CO₂ ist neben Stickstoff, Sauerstoff und einigen Edelgasen ein natürlicher Bestandteil der Erdatmosphäre und eines der bedeutendsten Treibhausgase. Ein Gehalt von etwa 270 ppm (Parts per million) an CO₂ in der Atmosphäre sorgt für eine Mitteltemperatur auf der Erde von ungefähr 15 Grad Celsius und lässt Leben auf der Erde zu. Deutlich weniger CO₂ ist auf dem Mars und deutlich mehr auf der Venus vorhanden. Auf beiden Planeten ist kein Leben möglich.



Klimawandel wird bestritten

In den 1970er-Jahren kam zunehmend „Gegenwind“ gegen die Forschungsergebnisse, unter anderem der Universitäten, in Form von klimapositiven Veröffentlichungen auf. So hat der Ölkonzern Exxon Mobil seit den 1970er-Jahren eigene Studien zur Klimaforschung betrieben. Die internen Ergebnisse waren eindeutig, wurden aber vom Management bewusst verschwiegen. Von den Chefs des US-amerikanischen Ölkonzerns Exxon Mobil wurde die Ansicht propagiert, eine aufkommende Eiszeit sei „wissenschaftlicher Konsens“. Der Vorstandsvorsitzende Lee Raymond behauptete 1999, die Klima-Projektionen der Wissenschaft basierten auf „komplett unbewiesenen Modellen“, sie seien „reine Spekulation“. Exxon-Wissenschaftler waren allerdings überzeugt, dass das unbegrenzte Verbrennen fossiler Energien zu einer massiven Erderwärmung mit dras-

tischen Konsequenzen für das Leben auf der Erde führt. Der Tenor der Geschäftsleitung war: „Gewonnen haben wir, sobald der Durchschnittsmensch Zweifel an der Klimaforschung hegt“ (Mulvey und Shulman, 2018). Die Prognosen der Exxon-Forscher waren dabei teilweise sogar besser als die ihrer unabhängigen Kollegen, etwa vom Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) oder der NASA. Über diese Forschungsergebnisse wurde das Exxon-Management ebenfalls informiert (tagesschau.de, Spektrum der Wissenschaft, 2023). Nach einer Studie der Harvard-Universität und des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung waren „alle Unternehmen, die fossile Brennstoffe herstellen, sich der Bedrohung durch den Klimawandel aufgrund von Treibhausgasen, die bei der normalen Verwendung ihrer Produkte entstehen, bereits in den 1970er- und sogar 1960er-Jahren bewusst“ (Stöcker, 2024). „Seit Jahr-



Klimastreifen Deutschland 1881 bis 2023. Die minimale Temperaturanomalie des dargestellten Zeitraums erhält das dunkelste Blau, die maximale das entsprechende Rot.

Quelle: Universität Reading

zehnten haben viele in der Branche der fossilen Brennstoffe massiv in Pseudowissenschaft und Öffentlichkeitsarbeit investiert – mit einem falschen Narrativ, um ihre Verantwortung für den Klimawandel herunterzuspielen und eine ambitionierte Klimapolitik zu unterminieren“, so der UNO-Generalsekretär António Guterres (Forum on Energy and Climate, 2022).

Kohlendioxidgehalt und Temperatur

Über die vergangenen etwa 12 000 Jahre (Holozän) blieb der CO₂-Gehalt in der Erdatmosphäre nahezu konstant. Es gab nur geringe Klimaschwankungen, wie das Klimaoptimum zu Zeiten der Römer oder im Hochmittelalter und die „Kleine Eiszeit“ (etwa 16. bis Ende 19. Jahrhundert). Ursachen waren Schwankungen im Vulkanismus, Schwankungen der Sonnenaktivität und geringfügige Änderungen der Bahnparameter der Erde über lange Zeiträume. Menschliche Aktivitäten hatten keinen oder nur sehr geringen Einfluss. Ganz anders sieht es mit Beginn der Industrialisierung in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts aus. Seitdem wurden in immer größerem Umfang fossile Brennstoffe, Anfangs Kohle, später auch Erdöl und Gas, benötigt und verbrannt. Damit stieg der Gehalt an CO₂ in der Atmosphäre von etwa 270 ppm auf aktuell 420 ppm an.

Kohlendioxid ist ein klimarelevantes Gas. Je mehr davon in der Atmosphäre vorhanden ist, umso mehr der am Erdboden reflektierten Wärmestrahlung verschwin-

det nicht im Weltraum, sondern wird wieder zur Erde reflektiert und heizt somit die Atmosphäre auf. Dies hat Folgen für die Atmosphäre und Hydrosphäre und somit für Fauna und Flora.

Wie schon erwähnt, steigen die Mitteltemperaturen auf der Erde immer weiter an. Das Jahr 2024 war laut dem Europäischen Erdbeobachtungsprogramm Copernicus das erste Jahr seit Aufzeichnungsbeginn, in dem die weltweite Durchschnittstemperatur mehr als 1,5 Grad Celsius höher als im vorindustriellen Mittel lag.

Erwärmung der Meere

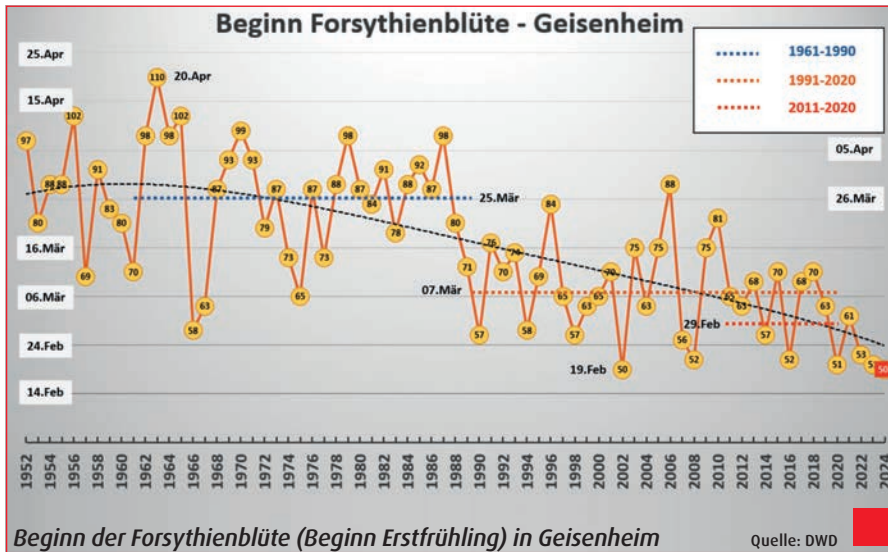
Die globalen Meerestemperaturen steigen bedingt durch den Klimawandel seit vielen Jahren ebenfalls an. Im Frühjahr 2023 gab es einen sprunghaften Anstieg der globalen Meerestemperaturen. Der Grund für den sprunghaften Anstieg ist noch nicht genau geklärt. Hierzu sind noch einige Untersuchungen notwendig. Die deutliche Erwärmung der Meeresoberflächen hat wiederum Auswirkungen auf das aktuelle Wetter. Da die wärmere Atmosphäre über den Meeren mehr Energie und Wasserdampf aufnehmen kann, können somit die entstehenden Tiefs deutlich wetterintensiver sein und letztendlich Unwetter wie im Ahrtal oder in der Region Valencia auslösen. Sogenannte Attributionsstudien ergeben regelmäßig, dass diese Unwetter weniger intensiv gewesen wären und weniger Auswirkungen gehabt hätten, wenn

die Temperaturen im Normalbereich gelegen hätten.

Aber auch die globalen Meeresspiegel steigen an, global gemittelt derzeit um 3,7 Millimeter pro Jahr, regional bedingt durch Meeresströmungen mehr als zehn Millimeter pro Jahr. Grund für den globalen Anstieg sind die zunehmend schmelzenden Gletscher, zum Beispiel in den Alpen, und Eismassen auf Grönland oder der Antarktis. Aber auch die Volumenausdehnung des Wassers durch die Erwärmung trägt zum Anstieg der Meeresspiegel bei (Asmus, 2013).

Auswirkungen des anthropogenen Klimawandels auf Fauna und Flora?

Bedingt durch den anthropogenen Klimawandel stieg die Mitteltemperatur in Deutschland von 1880 von 7,5 Grad Celsius bis 2023 auf 10,6 Grad Celsius an. Die Anzahl der Hitzetage (Maximumtemperatur ≥ 30 Grad Celsius) nahm im Mittel von drei im Jahr 1961 auf elf im Jahr 2023 zu. Der Meeresspiegel in der Nordsee und Ostsee stieg seit Beginn der Aufzeichnungen um gut zehn Zentimeter an. Die Vegetationsperiode hat sich um zehn Tage auf im Mittel 232 Tage, im Vergleich zum Zeitraum 1951 bis 1980, verlängert. Niedrige Grundwasserstände wurden in den vergangenen Jahren häufiger, was wiederum Auswirkungen unter anderem auf die Wälder hat. Großflächige Veränderungen der aktuell vorhandenen Waldgesellschaften werden die Folge sein. Wie weit vorhandene Baumarten sich anpassen können, ist nicht abschließend absehbar. Mit dem Temperaturanstieg steigen auch die hitzebedingten Sterbefälle (Mortalität) in besonders warmen Jahren signifikant an (Claudia Winklmayr et.al. 2022). Anhand der phänologischen Daten des DWD ist ersichtlich, dass die Vegetation immer früher beginnt und später endet und sich somit die winterliche Ruhephase verkürzt. Mit dem früheren Beginn der



Vegetation und damit auch früherer Blüte von zum Beispiel Obstbäumen wächst aber auch das Risiko von Frostschäden, da die Wahrscheinlichkeit von Spätfrösten nicht im gleichen Maße abnimmt.

Folgen des Klimawandels sind zudem, dass in den vergangenen 50 Jahren das verfügbare Wasser in landwirtschaftlich genutzten Böden deutlich abgenommen hat. So verursachten im Jahr 2018 Hitze und Trockenheit in der Landwirtschaft in Deutschland Schäden in Höhe von 700 Millionen Euro.

Tier- und Pflanzenarten aus wärmeren Erdregionen breiten sich immer weiter nach Norden, auf der Südhalbkugel nach Süden, aus. So ist zum Beispiel die Sardine oder die Sardelle aus dem Süden in die Nordsee oder die Asiatische Tigermücke nach Mitteleuropa eingewandert. Diese kann bislang in Deutschland nicht auftretende Krankheiten wie Chikungunya- oder Dengue-Fieber verbreiten (Umweltbundesamt, 2019).

Deutschlands Anteil am CO₂-Ausstoß

Oft wird argumentiert, dass Deutschland nur zwei Prozent Anteil am weltweiten CO₂-Ausstoß hat und somit nichts oder nur wenig zur Reduktion der Treibhausgasbeiträge beitragen muss. Wir sind aber nur ein

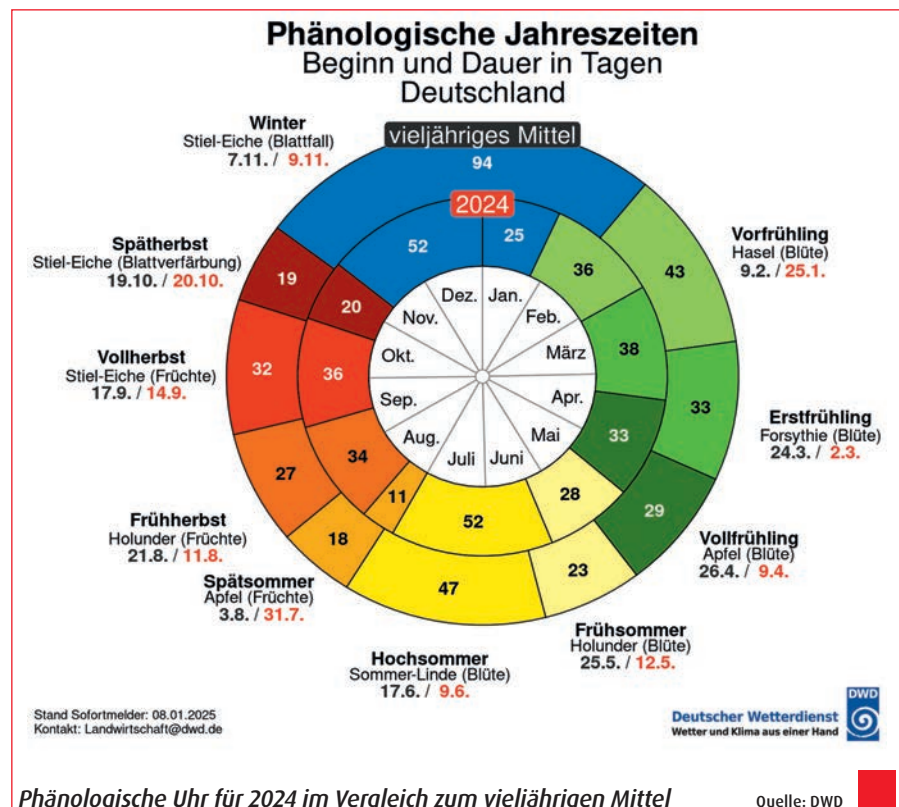
Prozent der Weltbevölkerung. Im weltweiten Durchschnitt stößt jeder Erdenbürger pro Jahr rund fünf Tonnen Kohlendioxid aus – in Deutschland jedoch sind es pro Kopf der Bevölkerung 9,7 Tonnen. Zum Vergleich: Die Pro-Kopf-Emissionen in Deutschland sind damit etwa 30-mal höher als in Ländern wie Ke-

nia oder Nepal. Deutschland hat deshalb nicht weniger, sondern deutlich mehr zum Klimaschutz beizutragen.

Resümee

- Die weltweit gemessenen Temperaturen sind seit der Industrialisierung um 1,5 Grad Celsius angestiegen.
- Die Ursache ist die Zunahme klimarelevanter Spurengase wie Kohlendioxid, Methan und Lachgas.
- Die Verursacher sind wir Menschen durch das Verbrennen fossiler Brennstoffe.
- Zum Schutz von Flora und Fauna ist eine maximale Reduktion der klimarelevanten Spurengase in den kommenden Jahren zwingend notwendig.
- Jedes Zehntel Grad Celsius, um das die Mitteltemperatur nicht weiter ansteigt, schützt Fauna und Flora.

Jörg Asmus, Diplom-Meteorologe, Oberregierungsrat a. D., Studium an der Technischen Hochschule Darmstadt (heute TU). Bis zur Pensionierung 2020 Meteorologe beim Deutschen Wetterdienst, Januar 2024



Phänologische Uhr für 2024 im Vergleich zum vieljährigen Mittel